© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

# Parasiten des Alpenmurmeltieres (*Marmota marmota*): Systematik, Entwicklung, Verbreitung

M. PRELEUTHNER, S. CALDEROLA, P. LANFRANCHI & H. PROSL


## Abstract

In this study, we enumerate the parasites of the Alpine marmot (*Marmota marmota*) using information obtained from our work as well as data from the literature. We briefly characterise the species and provide examples of the life cycles. In addition, the geographic differentiation of the gastro-intestinal helminth fauna of the Alpine marmot was determined by means of autopsies of 234 marmots from 10 study areas in Austria and Switzerland. Among the four marmot specific helminth species, only the tape worm *Ctenotaenia marmotae* was found in all areas studied. The prevalence of the nematode *Citellina alpina* was also high although a successive decline towards the east was observed in the allochthonous populations. For the nematode *Ascaris laevis* the data also suggest an east-west-differentiation. This parasite is missing in almost all allochthonous populations. The tape worm *Paranoplocephala transversaria* was found only in the Swiss populations. Other species that are not specific for marmots vary quantitatively as well as qualitatively among the populations. The importance value was used as a measure for dominance within a parasite community. The only species found to be dominant in all study areas was *Ctenotaenia marmotae*. *Citellina alpina* was dominant in 80 % of the population samples. *Ascaris laevis*, *Trichuris* spp. and members of the Trichostrongylidae family show strong variation among the study areas from subordinate to dominant. The remaining species can be considered as "capture parasites". Their role in the helminth-community of the marmot is insignificant.


Stapfia 63,
zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums,
*Neue Folge Nr. 146 (1999), 77-92*

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

## Einleitung

Parasiten sind Individuen, die auf Kosten eines anderen Individuums, des Wirtes, leben und Nährstoffe beziehen bzw. sich auf dessen Kosten fortpflanzen. In unserer Gesellschaft ist der Begriff „Parasit" bzw. „Schmarotzer" negativ belegt und wird deshalb vielfach mißverstanden. Schätzungen mancher Autoren zufolge sind jedoch mehr als 50 % aller Lebewesen parasitär oder durchlaufen zumindest eine parasitische Phase in ihrem Lebenszyklus. Dieser hohe Anteil an der Gesamtartenzahl macht Parasiten zu einem wesentlichen Antriebsfaktor der Evolution, indem sie einen starken Selektionsdruck auf ihre Wirte ausüben. Diese müssen sich anpassen, wofür genetische Flexibilität notwendig ist. Die Abwehrmechanismen der Wirte wiederum zwingen die Parasiten, ihre Strategien der Wirtsfindung und -ausbeutung immer weiter zu verfeinern, sodaß ein Wettbewerb der Anpassungsprozesse vorliegt, der ständig zur Entwicklung neuer Mechanismen führt (FUTUYMA 1997). Parasiten-Wirt-Beziehungen können in koevolutive Prozesse münden, die durch einen Rüstungswettlauf zwischen den Arten charakterisiert sind. Im weiteren Sinne ist eine Parasit-Wirt-Beziehung mit einer Räuber-Beute-Beziehung vergleichbar, bei der aber der Tod des Wirtes (Beute) fast immer auch den Tod des Parasiten (Räuber) zur Folge hat. Deshalb wurde lange angenommen, daß die natürliche Selektion die Parasitenevolution in Richtung einer immer geringeren Schädigung des Wirtes treibt bis hin zu Kommensalismus und Mutualismus (eine für den Wirt harmlose Beziehung). Mittels komplexer mathematischer Modelle konnte aber neuerdings nachgewiesen werden, daß die Wirt-Parasiten-Koevolution auch zu einer mittleren bzw. hohen Virulenz des Parasiten führen kann (TOFT & KARTER 1990). Die metabolische Abhängigkeit des Parasiten beeinflußt dieWirtsgesundheit in unterschiedlichem Ausmaß negativ. Diese negativen Auswirkungen reichen von einem mehr oder weniger selektiven Entzug von für den Wirt wichtigen Nährstoffen bis zur Schädigung von Organen bzw. Zellen, Interferenzen mit metabolischen oder physiologischen Funktionen und Überempfindlichkeit des Immunsystems. Dies führt zu einer Verminderung der Fitneß des Wirtes, was sich wiederum in einer höheren Sterblichkeitsrate bzw. einer Verminderung der Fertilität äußert. Auf Populationsebene wurde in theoretischen Modellen und fallweise auch an konkreten Beispielen nachgewiesen, daß der Parasit die Populationsdynamik des Wirtes regulieren kann (ANDERSON & MAY 1978).

Das Phänomen „Parasitismus" ist auf allen taxonomischen Ebenen vertreten. Parasiten zeigen daher eine sehr hohe Artendiversität. Sogenannte „Mikroparasiten" (Viren, Bakterien und Protozoen) sind charakterisiert durch eine schnelle Vermehrungsrate innerhalb ihres Wirtes. Makroparasiten hingegen zeigen langsamere Lebenszyklen mit infektiösen Stadien, die den Wirt verlassen, um neue Wirte zu infizieren. Zu den bedeutendsten Makroparasiten zählen die parasitischen Eingeweidewürmer, Plathelminthes (Bandwürmer und Saugwürmer) und Nemathelminthes (Rundwürmer), die auch in Murmeltieren zu finden sind. Es handelt sich dabei um sogenannte Endoparasiten, die im Wirtsinneren, im einfachsten Fall im Darmlumen, leben oder in anderen Organen (z. B. Leber, Lungen, Nieren, Gehirn) sowie im Blut oder in Geweben parasitieren. Im Gegensatz zu diesen schmarotzen Ektoparasiten auf der Oberfläche eines Wirtes und leben bei Säugern vom Haarkleid, fressen von der Hautsubstanz oder saugen Blut- oder Gewebsflüssigkeit. Manche Parasiten haben als Anpassung an ihre Lebensweise komplexe Lebensformen entwickelt, die einen Wechsel zwischen mehreren Wirten einschließen (heteroxene Parasiten). Der Vorteil eines solchen Wirtswechsels liegt in der sehr gezielten und effizienten Weitergabe des Parasiten bzw. seiner Nachkommenschaft. Während Transportwirte (Vektoren) als reine Überträger fungieren, läuft in Zwischenwirten ein Teil des Lebenszyklus des Parasiten ab (indirekter Entwicklungszyklus). Im Endwirt erreicht der Parasit die Geschlechtsreife.

Die Vielfalt der Wirtsarten, die ein Parasit infizieren kann, ist ein weiteres evolutives Merkmal dieser Organismen. Der Grad der Anpassung kommt in der Wirtsspezifität zum Ausdruck, die sich in einem sehr breiten Spektrum an Wirten äußern kann (z. B. Toll-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

wutvirus) bis hin zu hoher Wirtsspezifität, bei welcher der Parasit nur mehr eine ganz spezifische Art infizieren kann. Außerdem können einige Parasitenarten sehr wirtsspezifisch in bezug auf den Endwirt, aber relativ unspezifisch (generalistisch) in bezug auf den Zwischenwirt sein (z. B. *Toxoplasma gondii*). Im angewandten Bereich ist die Wirtsspezifität von Parasiten in Hinblick auf Wildtierarten, wie z. B. dem Murmeltier, maßgebend für die Ausrichtung einer wissenschaftlichen Untersuchung und deren möglichen Konsequenzen für Managementmaßnahmen:

Ein Parasit von Wildtieren ist dann von allgemeinem Interesse, wenn er

- von hoher Wirtsspezifität ist und eine Wildtierpopulation stark beeinträchtigt;
- bei geringer Wirtsspezifität auch in Nutztieren parasitiert und damit in Konflikt mit ökonomischem Interessen gerät; oder aber
- ein Wildtier-Parasit auch auf den Menschen übertragbar ist und damit zu einem volksgesundheitlichen Problem werden kann.

Solange wir aber das Interesse an Parasiten auf ihre rein pathologische Bedeutung begrenzen, gehen jene ökologischen und evolutionären Aspekte verloren, die letztendlich Einblicke in die Biodiversität ermöglichen, zu der Parasiten gleichermaßen wie alle anderen Arten beitragen.

## Methodik

### Materialgewinnung

Die in diesem Beitrag beschriebenen Parasiten des Alpenmurmeltieres gehören zu den drei systematischen Kategorien der Protozoen (tierische Einzeller), Helminthen (niedere Würmer) und Arthropoden (Gliederfüßer). Je nach Kategorie und Untersuchungszweck, stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung, um die Infestation festzustellen. Bei Protozoen und Helminthen ist es möglich, die Parasiten innerhalb des Wirtes zu lokalisieren sowie die Verbreitungsformen (Eier, Larven, Oozysten) im Kot, durch den der Parasit in seinem Lebenszyklus die Außenwelt erreicht, direkt nachzuweisen (ECKERT et al. 1992). Im Gegensatz dazu werden bei indirekten Analysen die Auswirkungen des Parasiten auf den Wirt untersucht. Ein Beispiel ist die serologische Analyse, bei welcher Antikörper nachgewiesen werden, die sich im Wirt als Reaktion auf die Infektion bilden. Die Serologie wird oft als Kontrollmethode verwendet, ermöglicht aber nur bedingt eine Artbestimmung des Parasiten. Es ist auch schwer erkennbar, ob die Infektion noch akut oder schon abgeklungen ist.

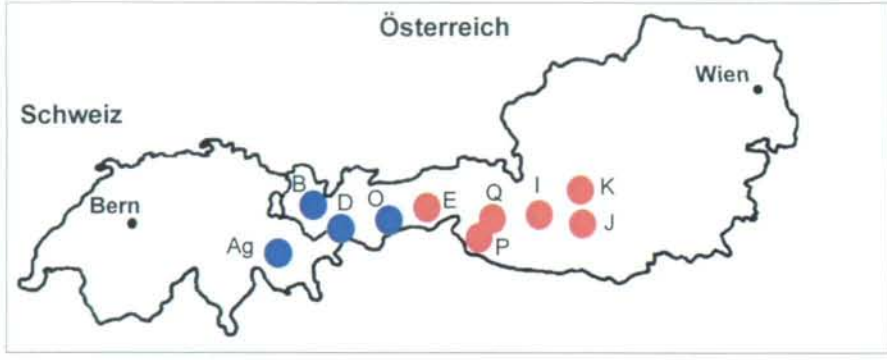



**Abb. 1: Untersuchungsgebiete in Österreich und in der Schweiz. Es wurden 4 autochthone Populationen (blau) und 6 durch Aussetzung begründete Populationen (rot) analysiert. Bivio = Ag, Lechquellengebirge = B, Samnaungruppe = D, Stubaital = O, Zillertaler Hauptkamm = E, Innervillgraten = P, Zettersfeld-Debanttal = Q, Ankogelgruppe = I, Schladminger Tauern = K, Turracher Nockberge = J.**

Bei Kotuntersuchungen ist die Artbestimmung ebenfalls schwierig, da die Verbreitungsformen innerhalb einer Gattung bzw. Familie oft nicht unterscheidbar sind. In solchen Fällen ist es notwendig, den Parasiten selbst innerhalb des Wirtes nachzuweisen. Bei Protozoen und Gewebe-Helminthen werden spezifisch gefärbte histologische Präparate von infizierten Geweben bzw. Organen hergestellt. Die Darmwürmer werden durch Spülung der verschiedenen Abschnitte des Magen-Darmtraktes gesammelt. Neben den traditionellen, auf stereomikroskopischen Beobachtungen basierenden morphologischen Identifizierungsschlüsseln haben neue Techniken in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung gewonnen. Zum Beispiel ermöglichen Elektronen- und Scanning-Elektronenmikroskope die detaillierte Analyse von Organen und morphologischen Teilen des Parasiten. Molekularbiologische Methoden (z. B. PCR) erlauben die Untersuchung der genetischen Variabilität innerhalb einer Art sowie die Artbestimmung. Für unsere Untersuchung haben wir autoptische Analysen der Magen-Darmtrakte von Murmeltieren durchgeführt und die darin enthaltenen Würmer mikroskopisch bestimmt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bei den parasitischen Arthropoden des Murmeltieres sind die Ektoparasiten von besonderer Bedeutung. Diese können am lebenden oder toten Tier gesammelt werden. Bei der von ARNOLD & LICHTENSTEIN (1993) angewandten Methode wurden gefangene Murmeltiere bis zum Nacken in einen Plastiksack gesteckt und mit Äther bedampft. Die nach kurzer Zeit betäubten Ektoparasiten wurden sodann aus dem Fell ausgebürstet, gesammelt und unter dem Mikroskop bestimmt.

### Quantitative Auswertung

Eine parasitologische Untersuchung umfaßt nicht nur das Sammeln und Bestimmen der Parasiten, sondern auch die analytische Auswertung der Infektion. Das ermöglicht, die Häufigkeit und das Ausmaß der Infektion in der Wirtspopulation zu schätzen. Dazu werden üblicherweise standardisierte epidemiologische Parameter verwendet (MARGOLIS et al. 1982, revidiert von BUSH et al. 1997).

Die Befallshäufigkeit der Infektion wird über die „Prävalenz" (P) erfaßt und definiert jenen Prozentanteil einer Wirtspopulation, der mit einem spezifischen Parasiten infiziert ist. Die „Intensität" erfaßt die Schwere der Infektion und wird als Anzahl der beherbergten Parasiten pro positivem Wirt gemessen. Die „Mittlere Intensität" (MI) der Infektion entspricht der mittleren Zahl der Parasiten pro befallenem Wirt in einer Populationsstichprobe.

Außerdem zeigt sich in Wildpopulationen normalerweise das Phänomen des sogenannten „Polyparasitismus". Unter diesem Begriff versteht man das Zusammenleben mehrerer Parasitenarten in einem Individuum. Daher ist es wichtig, die qualitative Zusammensetzung der Kommunität sowie die hierarchischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Parasitenarten zu bestimmen. Die Bedeutung einer Art innerhalb der Helminthenkommunität der untersuchten Wirtspopulation wird durch den „Importanzindex" (I) beschrieben. Diese Maßzahl (in %) ist eine Funktion der Gesamtzahl aller gefundenen Parasiten einer Art sowie der Gesamtzahl aller von dieser Art infizierten Wirtstiere (THUL et al. 1985). Nach diesem Index werden die Parasitenarten in drei Kategorien klassifiziert:

- dominante Arten ($I \geq 1$): für die Kommunität sehr charakteristische Arten
- kodominante Arten ($0{,}01 < I < 1$): Arten, die signifikant zur Kommunität beitragen, aber in einem geringeren Ausmaß als dominante Arten
- subordinate Arten ($0 < I < 0{,}01$): Arten, die gelegentlich vorkommen und nicht signifikant zur Kommunität beitragen.

### Untersuchungsgebiete

Eigene Untersuchungen zur geographischen Differenzierung der Helminthenfauna wurden an 10 Standorten in Österreich und der Schweiz durchgeführt. Die geographische Verteilung der Probenstandorte ist in Abb. 1 dargestellt. Genauere Beschreibungen der Untersuchungsstandorte finden sich in PROSL et al. (1992), PRELEUTHNER & PINSKER (1993), WIESER (1995) und CALDEROLA et al. (in Vorber.).

Die autoptischen Analysen wurden an Murmeltieren vorgenommen, die im Zuge der jährlichen regulären jagdlichen Nutzung bzw. in der Schweiz zusätzlich im Rahmen von Sonderabschüssen des Jagdinspektorates im Rahmen von Managementmaßnahmen erlegt wurden. Für die vorliegende Studie wurde Datenmaterial aus mehreren Projekten ausgewertet. Folgende Institute waren daran beteiligt: Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (Universität für Bodenkultur Wien), Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie und Institut für Parasitologie und Zoologie (Veterinärmedizinische Universität Wien) sowie Istituto di Patologia Generale Veterinaria (Università di Milano).

## Die Parasiten des Alpenmurmeltieres (*Marmota marmota*): taxonomische Übersicht

In Tab. 1 sind alle beim Alpenmurmeltier bisher nachgewiesenen Parasiten nach ihrer taxonomischen Zugehörigkeit aufgelistet. Arten, die bisher nur sehr vereinzelt nachgewiesen wurden bzw. deren taxonomische

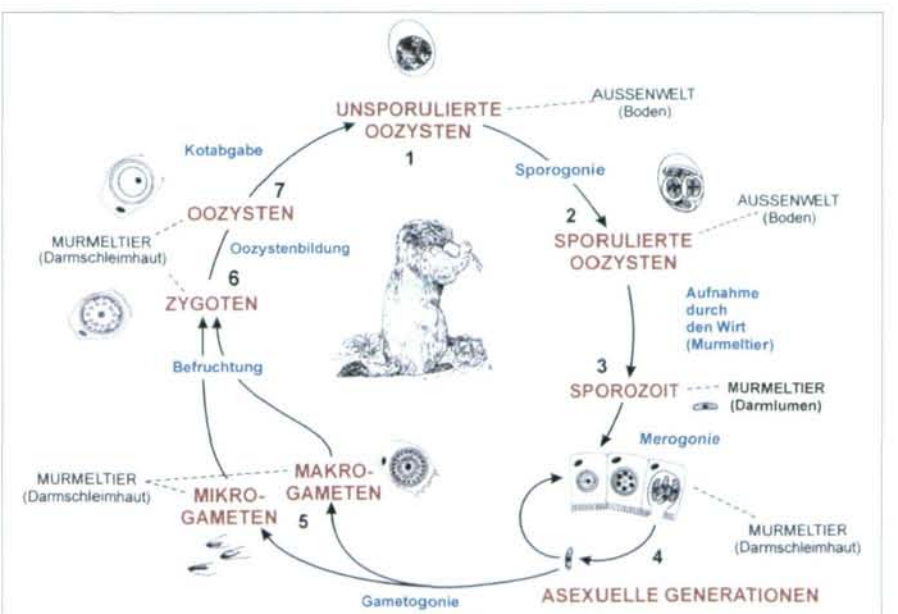
© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

| | Lokalisation im Murmeltier | Vorkommen in *M. marmota* (eigene Unters.) | Vorkommen in anderen Arten M.spp. | Wi | Sc | Fu | Ra |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Protozoa** (Einzeller) | | | | | | | |
| **Coccidia** | | | | | | | |
| Eimeriidae | | | | | | | |
| *Eimeria arctomysi* | Dünndarm | n.u. | 0 | – | – | – | – |
| *Eimeria marmotae* | Dünndarm | n.u. | 0 | – | – | – | – |
| *Eimeria monacis* | Dünndarm | n.u. | 3 | – | – | – | – |
| *Eimeria perforoides* | Dünndarm | n.u. | 1 | – | – | – | – |
| Sarcocystidae | | | | | | | |
| *Sarcocystis* spp. | Muskulatur | n.u. | | x | x | x | – |
| Toxoplasmatidae | | | | | | | |
| *Toxoplasma gondii* | Muskulatur, innere Organe | n.u. | 2 | + | + | + | + |
| **Helminthen** (niedere Würmer) | | | | | | | |
| **Trematoda** (Saugwürmer) | | | | | | | |
| Dicrocoeliidae | | | | | | | |
| *Dicrocoelium dentriticum* | Leber | – | 2 | + | + | – | – |
| **Cestoda** (Bandwürmer) | | | | | | | |
| Anoplocephalidae | | | | | | | |
| *Ctenotaenia marmotae* | Dünndarm | + | 2 | – | – | – | – |
| *Paranoplocephala transversaria* | Dünndarm | + | 3 | – | – | – | – |
| Taeniidae | | | | | | | |
| *Taenia crassiceps* | Bindegewebe, Brusthöhle | n.u. | 1 | – | – | + | – |
| *Echinococcus multilocularis* | Bauchhöhle, innere Organe | n.u. | | – | – | + | – |
| Mesocestoididae | | | | | | | |
| *Mesocestoides spec.* | Bauchhöhle, Bindegewebe | n.u. | | – | – | + | – |
| **Nematoda** (Fadenwürmer) | | | | | | | |
| Oxyuridae | | | | | | | |
| *Citellina alpina* | Blind- u. Dickdarm | + | 0 | – | – | – | – |
| Ascarididae | | | | | | | |
| *Ascaris laevis* | Dünndarm | + | 2 | – | – | – | – |
| Trichostrongylidae | | | | | | | |
| *Ostertagia leptospicularis* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Ostertagia ostertagi* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Teladorsagia circumcincta* | Magen | + | 2 | + | – | – | – |
| *Teladorsagia pinnata* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Teladorsagia trifurcata* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Cooperia oncophora* | Dickdarm | + | | + | – | – | – |
| *Cooperia zurnabada* | Dickdarm | + | | + | – | – | – |
| *Trichostrongylus axei* | Magen | + | 1 | + | – | – | – |
| *Trichostrongylus capricola* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Trichostrongylus colubriformis* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Trichostrongylus vitrinus* | Magen | + | | + | – | – | – |
| *Trichostrongylus retortaeformis* | Magen | + | | – | + | – | – |
| Molineidae | | | | | | | |
| *Nematodirus spathiger* | Dünndarm | – | | + | – | – | – |
| *Nematodirus spec.* | Dickdarm | + | | | – | – | – |
| Syngamidae | | | | | | | |
| *Syngamus tracheae* | Luftröhre, Bronchien | + | | – | – | – | + |
| Strongyloididae | | | | | | | |
| *Strongyloides spec.* | Magen | + | 1 | + | – | – | – |
| Trichuridae | | | | | | | |
| *Trichuris* spp. | Blinddarm | + | 1 | + | + | + | – |
| *Capillaria hepatica* | Leber | + | 1 | – | + | | – |
| *Capillaria caudinflata* | Dünndarm | – | | – | – | – | + |
| Spirocercidae | | | | | | | |
| *Streptophargus spec.* | Magen | – | 3 | | | | |
| Spiruridae | Magen | + | | | | | |
| **Arthropoda** (Gliederfüßer) | | | | | | | |
| **Arachnea** (Spinnentiere) | | | | | | | |
| Laelapidae | | | | | | | |
| *Echinonyssus blanchardi* | Haut | n.u. | 2 | – | – | – | – |
| Trombiculidae | | | | | | | |
| *Neotrombicula autumnalis* | Haut | n.u. | | + | + | – | |

Tab. 1: Parasitenfauna von *Marmota marmota*. Für die einzelnen Parasitenarten ist die jeweilige Familienzugehörigkeit angegeben. *M.* spp. = andere Murmeltierarten (Angabe: Zahl der Arten), Wi = Wiederkäuer, Sc = Schneehase, Fu = Fuchs, Ra = Rauhfußhühner; (+) = positiver Nachweis, (–) = nicht nachgewiesen; n.u. = nicht untersucht, x = Vertreter aus der genannten Gruppe bekannt, decken sich aber nicht mit murmeltierspezifischen Arten; Leerfelder = keine Angaben in der Literatur

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

**Abb. 2:**
**Entwicklungszyklus von Protozoen: Beispiel *Eimeria* sp. (Coccidia).**
**1 Unsporulierte (unreife) Oozysten (Dauerstadien zur Abgabe in die Außenwelt) gelangen durch Absetzen des Kotes auf den Boden.**
**2 Unter den entsprechenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen bilden sich innerhalb der Oozyste nach der Reifeteilung (Meiose) die infektiösen Sporozoiten (Sporogonie).**
**3 Die sporulierten Oozysten werden über die Nahrung vom Wirt (Murmeltier) aufgenommen, die Sporozoiten werden frei und dringen in die Darmschleimhautzellen ein.**
**4 In der Darmschleimhaut finden asexuelle Vermehrungszyklen statt (Merogonie).**
**5 Merozoiten (von der letzten asexuellen Generation) reifen zu sexuellen Gameten (Makro- und Mikrogameten) heran.**
**6 Bei der Befruchtung verschmelzen Makro- und Mikrogameten zur Zygote.**
**7 Die Zygote scheidet eine Hülle ab und wird zur unsporulierten Ooszyste (Resistenzform). Diese verläßt die Wirtszelle und wird mit dem Kot durch Darmaktivität des Wirtes ausgeschieden.**




## Protozoa (Einzeller)

Die bisher nachgewiesenen einzelligen Parasiten des Alpenmurmeltieres gehören alle zur Klasse der Kokzidien. Es handelt sich dabei um intrazelluläre Parasiten, die sich vegetativ (durch Zellteilung) und sexuell (durch Verschmelzung von zwei Gameten und darauf folgende Reifeteilung) fortpflanzen. Die Arten Zugehörigkeit unklar ist, wurden nicht mitberücksichtigt. Die Lokalisation gibt an, in welchem Organ bzw. Körperabschnitt der Parasit im lebenden Murmeltier gefunden wird. Das Auftreten in anderen Arten der Gattung *Marmota* bzw. in Wirtsarten, die in Sympatrie mit dem Alpenmurmeltier leben, ist ebenfalls angeführt (HÖRNING 1969, SABATIER 1989). Aus der Tabelle kann man entnehmen, daß manche Parasitenarten streng wirtsspezifisch und in ihrem Vorkommen auf *M. marmota* beschränkt sind (*Eimeria arctomysi*, *Eimeria marmotae* und *Citellina alpina*). Einige Parasiten kommen in mehreren Arten der Gattung *Marmota* vor (z. B. *Ctenotaenia marmotae*, *Paranoplocephala transversaria*). Schließlich gibt es wenig-wirtsspezifische Arten, die auch in mehreren anderen Wildtierarten parasitieren (z. B. Trichostrongylidae), sowie Arten, die üblicherweise nur in taxonomisch nicht nah verwandten Wirten vorkommen und deren Nachweis in Murmeltieren überrascht (z. B. *Capillaria caudinflata*, Parasit der Vögel).

der Gattung *Eimeria* sind meist auf eine bestimmte Wirtsart spezialisiert. Ihr Lebenszyklus ist monoxen (ohne Wirtswechsel) und an Zellen verschiedener Organe (z. B. Darm, Niere, Leber) gebunden. Ein Beispiel für einen einfachen Entwicklungszyklus (*Eimeria*) ist in Abb. 2 dargestellt. Charakteristisch ist der Wechsel zwischen einer asexuellen Vermehrungsphase (Merogonie) in den Zellen der Darmschleimhaut und sexuellen Vorgängen (Gamogonie), die zum Dauerstadium der Oozysten führen. Diese werden nach einiger Zeit infektiös (Sporogonie), sind äußerst widerstandsfähig und können mehrere Monate in der Außenwelt (im Boden) überleben. Die Infektion des Murmeltieres erfolgt durch die orale Aufnahme der Resistenzformen über die Nahrung. Kokzidieninfektionen sind beim Murmeltier häufig, und sind bisher in fast jeder Untersuchung nachgewiesen worden. Da aber oft keine genaue Artdiagnose durchgeführt wird, ist noch ungeklärt, ob die Alpenmurmeltierpopulationen nur artspezifische Kokzidienarten beherbergen (*Eimeria marmota*, *Eimeria arctomysi*), oder ob manche Arten auch in amerikanischen Murmeltierarten vorkommen (BASSANO et al. 1992).

Die Protozoen der weiteren Familien entwickeln sich über zwei Wirte (heteroxen), wo sexuelle Vorgänge (im Endwirt) mit einer oder mehreren Generationen vegetativer Vermehrung (im Zwischenwirt) abwechseln. Die im Alpenmurmeltier bisher selten nachgewiesenen Parasiten *Sarcocystis* spp. und *Toxoplasma gondii* finden sich in der Muskulatur des Alpenmurmeltieres (Zwischenwirt) als Gewebezysten. Diese langlebigen Dauerstadien sind für die jeweiligen Endwirte (fleischfressende Wirbeltiere) infektiös.

## Helminthen (Niedere Würmer)

Die Helminthenparasiten des Murmeltieres umfassen die beiden Tierstämme der Plathelminthen (Trematoden und Zestoden) und der Nemathelminthen (Nematoden).

Die Zestoden (Bandwürmer) sind darmlos und nehmen ihre Nahrung direkt über die äußere Körperoberfläche (Integument) auf. Die adulten Würmer bestehen aus einem Kopf (Skolex) mit Haftorganen (Saugnäpfe bzw. Haken) gefolgt von einer Proliferationszone

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

(Wachstumszone), von welcher die Bandwurmglieder gebildet werden, und einer unterschiedlichen Anzahl von gleichartig aufgebauten Segmenten (Proglottiden). Jede Proglottide enthält einen männlichen und einen weiblichen Geschlechtsapparat (Zwitter). Zumeist reift der männliche Genitaltrakt vor dem weiblichen, um eine Selbstbefruchtung zu verhindern. Die Befruchtung erfolgt etwa in der Mitte des Zestoden, anschließend wird in den Eiern bereits eine Häkchenlarve gebildet. Die terminalen (graviden) Proglottiden, welche die für die Zwischenwirte infektiösen Eier enthalten, lösen sich ab und werden mit den Exkrementen des Wirtes ausgeschieden (siehe auch den Beitrag „Parasiten und Winterschlaf").

Die Zestoden zeigen meist indirekte Entwicklungszyklen. Dabei findet die Übertragung vom Zwischen- auf den Endwirt durch Erbeuten oder die zufällige Aufnahme des mit Larvalstadien infizierten Zwischenwirtes statt. Zu den Zestoden, für welche das Alpenmurmeltier als Endwirt fungiert, gehört mit *Ctenotaenia marmotae* einer der auffälligsten Parasiten des Alpenmurmeltieres. Dieser Parasit trat in allen bisher untersuchten Populationen auf. Zusammen mit *Paranoplocephala transversaria*, welcher nur lokal in geringer Häufigkeit gefunden wurde, gehört *Ctenotaenia marmotae* zu den gattungsspezifischen Parasiten. In beiden Fällen infiziert sich das Murmeltier durch Aufnahme von befallenen Milben (Zwischenwirte), die als Kotfresser auf der Erdoberfläche leben (siehe Abb. 3). Bei anderen Bandwurmarten ist das Alpenmurmeltier Zwischenwirt, in welchem der Wurm als Finne ein larvales Dauerstadium in verschiedenen inneren Organen bildet. Bisher wurden nur in Ausnahmefällen Finnen von *Echinococcus multilocularis* (der kleinste aller Fuchsbandwürmer, der auch den Menschen gefährden kann) sowie von *Taenia crassiceps* (Endwirt ebenfalls Fuchs) im Alpenmurmeltier nachgewiesen, welches als einer von vielen möglichen Zwischenwirten (meistens Kleinsäugetiere) in Frage kommt.

Aus der Gruppe der Trematoden ist beim Alpenmurmeltier lediglich der kleine Leberegel (*Dicrocoelium dendriticum*) fallweise in den Gallengängen festgestellt worden. Dieser Parasit ist hauptsächlich in Pflanzenfressern (Endwirt) zu finden. In seinem Entwicklungszyklus fungieren kalkliebende Schnecken als erster Zwischenwirt und Ameisen als zweiter Zwischenwirt. Neben *D. dendriticum* wurden Vertreter einer nicht näher bestimmten Trematodenfamilie im Dünndarm von Alpenmurmeltieren aus dem Untersuchungsgebiet Bivio (Schweiz) gefunden (CALDEROLA et al., in Vorber.).

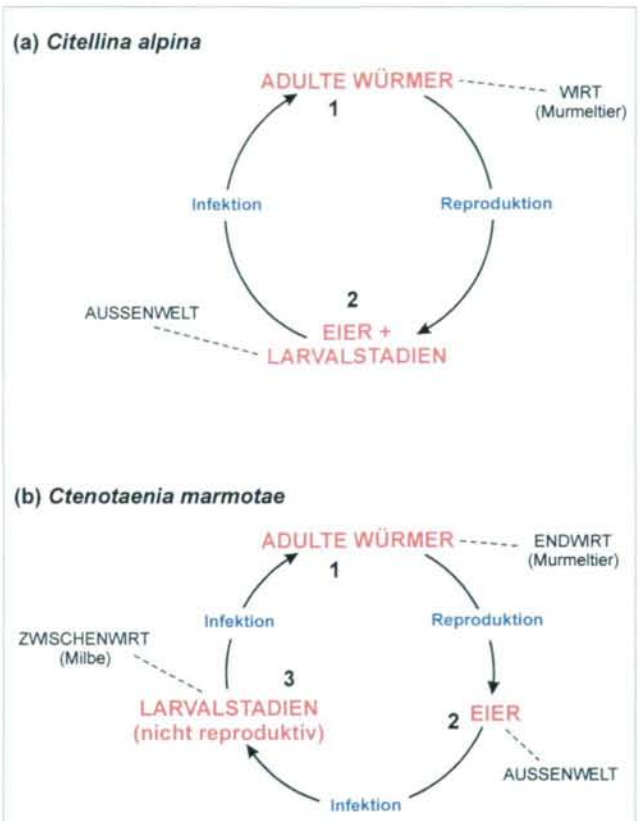



**Abb. 3:**

**Entwicklungszyklus von Wurmparasiten:**

**(a) direkte Entwicklung: Beispiel *Citellina alpina* (Nematoda)**

**1 Die adulten Würmer parasitieren im Blinddarm des Wirtes (Murmeltier).**

**2 Die reifen Weibchen wandern bis zur Analöffnung, wo sie im Anusbereich ihre Eier ablegen. Innerhalb der Eier bilden sich Larvalstadien. Die Eier samt den darin enthaltenen Larven werden vom Wirt mit der Nahrung aufgenommen. Im Blinddarm des Wirts reifen die Larven zu Adulttieren heran.**

**(b) indirekte Entwicklung: *Ctenotaenia marmotae* (Cestoda)**

**1 Die adulten Bandwürmer parasitieren im Dünndarm des Endwirtes (Murmeltier).**

**2 In den graviden (terminalen) Bandwurmgliedern (Proglottiden) befinden sich Eier, die bereits die für den Zwischenwirt infektiösen Häkchenlarven (Onkosphären) beinhalten. Die Proglottiden werden abgestoßen und mit dem Kot ausgeschieden. In der Außenwelt werden die Eier freigesetzt.**

**3 Die Eier werden vom Zwischenwirt (Milbe aus der Familie der Oribatiden) aufgenommen, die Häkchenlarven werden frei, durchdringen die Darmwand und gelangen so in das Coelom (Leibeshöhle). Hier entwickeln sich die Finnen, die für den Endwirt das ansteckungsfähige Stadium darstellen. Der Zwischenwirt (Milbe) wird mit der Nahrung vom Murmeltier aufgenommen und verdaut. So gelangen die Bandwurmlarven in den Dünndarm, wo sie sich zu Adulttieren entwickeln.**

Nematoden sind getrenntgeschlechtlich, ihr Körper ist ungegliedert und hat einen runden Querschnitt. Bei den verschiedenen Arten gibt es sowohl direkte als auch indirekte Entwicklungszyklen, die über fünf Larvenstadien laufen. Diese können in manchen Arten durch verschiedene Organe wandern und auf diese Weise den Wirt schädigen. Im Gegensatz zu den Zestoden ist bei den Nematoden der Darm ausgebildet, ihre Ernährungsweise umspannt je nach Art das gesamte Spektrum von Detritusfressern (Abfallverwerter) bis zu Hämatophagen (Blutfresser). Unter den Nematoden (Fadenwürmer) gelten *Citellina alpina* und *Ascaris laevis* als murmeltierspezifische Parasiten. *Citellina alpina* ist sogar ausschließlich auf das Alpenmurmeltier als

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

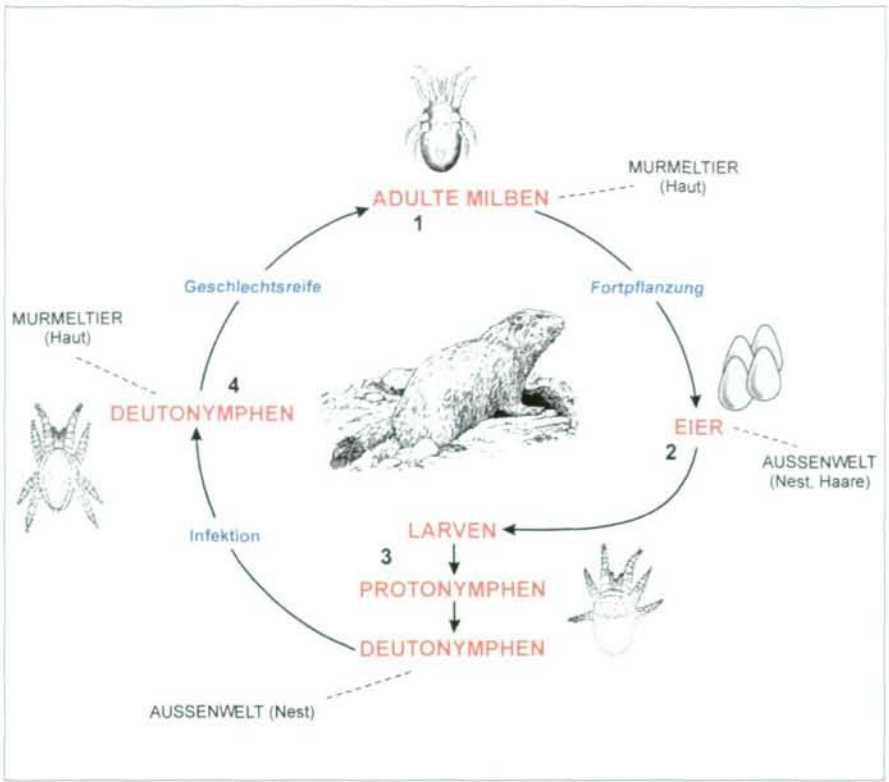



**Abb. 4:**

**Entwicklungszyklus eines Ektoparasiten: Beispiel *Echinonyssus blanchardi* (Acaria)**

**1 Die adulten Milben leben auf der Murmeltierhaut als Haematophagen (Blutfresser).**

**2 Nach der Befruchtung legt die weibliche Milbe Eier und befestigt diese mit Spinnfäden im Nest des Murmeltieres bzw. auf den Haarspitzen.**

**3 Aus dem Ei schlüpft das Larvalstadium, das sich außerhalb des Wirtes im Zuge einer Häutung zur Protonymphe entwickelt. Diese frißt nicht und lebt von ihren eigenen Reserven. Aus der Protonymphe entwickelt sich die Deutonymphe, die wieder den Wirt befällt.**

**4 Nach einer einmaligen Blutmahlzeit wird die Deutonymphe geschlechtsreif (adulte Milbe).**

einzige Wirtsart beschränkt. Für die Gattung *Citellina* wird eine Artaufspaltung parallel zur Radiation der Wirtsarten innerhalb der Familie Sciuridae (Hörnchenartige) vermutet (HUGOT 1980). Sowohl bei *Citellina alpina* als auch bei *Ascaris laevis* verläuft die Entwicklung direkt (siehe Abb. 3), wobei bei *Ascaris laevis* die Larven durch verschiedene Organe wandern. Die anderen Nematodenarten sind meistens typisch für verschiedene Haus- und Wildtierarten, speziell die Trichostrongyliden kommen bei zahlreichen Wildwiederkäuern vor. Bei manchen Vertretern dieser Familie, welche im Darmtrakt parasitieren, kann während der Larvalentwicklung bei ungünstigen Bedingungen eine Ruhephase (Hypobiose) in der Darmschleimhaut eingeschaltet werden (siehe auch den Beitrag „Parasiten und Winterschlaf").

## Arthropoden (Gliederfüßer)

Beim Alpenmurmeltier konnten aus dieser Gruppe die Milben *Echinonyssus blanchardi* und *Neotrombicula autumnalis* (Herbstgrasmilbe) sowie weitere sehr vereinzelt auftretende Ektoparasiten (z. B. *Ixodes ricinus*) nachgewiesen werden. Der für das Alpenmurmeltier bedeutendste Ektoparasit ist *Echinonyssus blanchardi*, der in älteren Arbeiten auch *Hirstionyssus blanchardi* genannt wird. Das Auftreten dieses Ektoparasiten in Murmeltierpopulationen ist diskontinuierlich, lokal können aber praktisch alle Individuen einer Population infiziert sein (BASSANO et. al. 1989, ARNOLD & LICHTENSTEIN 1993). Der Entwicklungszyklus ist in Abb. 4 dargestellt. Die adulten Milben sind haematophag (Blutsauger) und leben auf der Körperoberfläche des Murmeltieres. Die Eier gelangen ins Nest, wo sich aus den geschlüpften Larven die Stadien der Proto- und Deutonymphe entwickeln. Letztere befällt wieder das Murmeltier und wandelt sich nach der ersten Blutmahlzeit zum geschlechtsreifen Adulttier um. Bei *Neotrombicula autumnalis* leben die Nymphen und adulten Stadien räuberisch und saprophag. Nur die Larven müssen in ihrer Entwicklung an Wirbeltieren parasitieren. In Österreich konnte SIXL (1974) Vertreter dieser Art an Murmeltieren nachweisen.

Auffallend ist neben der Artenarmut der Ektoparasiten, daß im Gegensatz zu anderen Murmeltierarten eigentliche Räudemilben und Zecken beim Alpenmurmeltier kaum beschrieben wurden. Für das Fehlen von Zeckeninfektionen gibt es eine plausible ökologische Erklärung. Nach PÉTER (1985) können diese Ektoparasiten oberhalb von 1000 m NN nur schwer überleben und sind daher in den normalen Murmeltierhabitaten, die über der Waldgrenze in größeren Höhen liegen, nicht vorhanden. Die einzigen Infektionsfälle von *Ixodes ricinus* wurden in Populationen aus tiefer gelegenen Regionen festgestellt (ARNOLD & LICHTENSTEIN 1993). Bemerkenswert ist jedoch die Abwesenheit von Räudefällen, insbesondere durch *Sarcoptes*-Milben, die mehrere sympatrische Wildarten infizieren, wobei die interspezifische Übertragung dieser Parasiten noch überprüft werden sollte.

Als typischer Irrläufer soll stellvertretend für andere Arten *Gyropus ovalis* erwähnt werden, bei dem es sich um ein zeitlebens flügelloses Insekt handelt, das nur in zoologischen Gärten übertragen werden kann. Diese Art zählt nicht zu den autochthonen Parasiten der europäischen Fauna, sondern wurde mit den Meerschweinchen aus Südamerika eingeschleppt, wie auch der deutsche Name „Meerschweinchenhaarling" verrät.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

| MAGEN | DÜNNDARM | BLINDDARM | DICKDARM |
|---|---|---|---|
| *Trichostrongylus* | *Ctenotaenia* | *Citellina* | *Cooperia* |
| *Ostertagia* | *Paranoplocephala* | *Trichuris* | *Nematodirus* |
| *Teladorsagia* | *Ascaris* | | |
| *Strongyloides* | | | |
| Spiruridae | | | |

**Abb. 5:**
**Lokalisation der Darm-Helminthen. Die Parasitenarten sind jeweils auf einen bestimmten Darmabschnitt spezialisiert. Der Dünndarm ist im vorderen Abschnitt geöffnet und zeigt die darin enthaltenen Bandwürmer (*Ctenotaenia marmotae*).**

## Pathologische Bedeutung der Parasiten des Alpenmurmeltieres

Drei Aspekte der Pathogenität von Murmeltierparasiten sind von besonderem Interesse:

### Die pathologischen Effekte auf den Wirt selbst

Die Wirkung der Parasiten-Infektion auf ein Wildtier ist oft schwer nachweisbar, da in den meisten Fällen keine klinisch erkennbaren Symptome vorliegen. Die überwiegend subklinischen Schäden resultieren in Fitneßverlusten. Aber auch dieser Parameter ist schwer quantifizierbar. Im Zuge einer Langzeitstudie einer Murmeltierpopulation im Nationalpark Berchtesgaden konnten ARNOLD & LICHTENSTEIN (1993) nachweisen, daß die Infektion durch den Ektoparasiten *Echinonyssus blanchardii* zu einer Verminderung des Reproduktionserfolges führt. So zeigten stark infizierte Jungtiere eine erhöhte Wintersterblichkeit. Die Jungtiere stark befallener Weibchen konnten erst zu einem späteren Zeitpunkt entwöhnt werden, was auch mit einer erhöhten Wintersterblichkeit verbunden war.

Von diesem Beispiel abgesehen konnten bisher noch keine der pathologischen Effekte, die für diese Parasiten bekannt sind, an Alpenmurmeltieren festgestellt werden. Insbesondere überrascht, daß Alpenmurmeltiere auffallend große Mengen an Bandwürmern oder Kokzidien aufweisen, ohne eine offensichtliche Beeinträchtigung zu zeigen. Allerdings konnte in *Marmota sibirica* bei massiven Infektionen durch *Ascaris tarbagan*, ein dem *Ascaris laevis* sehr ähnlicher Parasit, eine Verminderung der Speicherung von Fettreserven nachgewiesen werden (BASSANO et al. 1992).

### Die Konsequenzen der Murmeltierparasiten für andere Arten (speziell Nutztiere)

Das Alpenmurmeltier kann einige Parasitenarten, die auch Nutztiere infizieren, beherbergen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob das Murmeltier als Reservoir für diese Parasiten fungiert und Infektionen bzw. Reinfektionen bei Nutztieren verursachen kann. Da diese Parasiten aber nur unregelmäßig im Murmeltier auftreten, schließen wir eher auf den umgekehrten Effekt. Diese Annahme wird auch durch Beispiele von

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Interaktionen zwischen anderen Wildtierarten und Nutztieren bestätigt, denenzufolge die Nutztiere das Parasitenreservoir für Wildtierpopulationen darstellen (z. B. Schafe und Ziegen für Gamswild).

### Die Konsequenzen der Murmeltierparasiten für den Menschen

Einige der für das Alpenmurmeltier beschriebenen Parasiten sind auch auf den Menschen übertragbar. *Toxoplasma gondii* ist ein weltweit verbreiteter Protozoe, dessen Endwirte ausschließlich der Familie der Felidae (Katzenartige) angehören, während als Zwischenwirte faktisch alle Warmblüter in Frage kommen können. Für den Menschen kann dieser Parasit während der Schwangerschaft, wenn es sich um eine Erstinfektion handelt, zu einer Schädigung des Embryos führen. Diese Fälle sind allerdings sehr selten. Bei immunsupprimierten Patienten (z. B. AIDS) hingegen ist der Verlauf der Toxoplasmose wesentlich dramatischer. Die Infektion des Zwischenwirtes (Mensch) erfolgt entweder durch Aufnahme von sporulierten Oozysten (Schmutzkontamination von Nahrungsmitteln) oder über Dauerstadien (Zysten) in Muskulatur und inneren Organen anderer Zwischenwirte (Verzehr von infiziertem Fleisch). Obwohl bislang die Infektion durch *Toxoplasma gondii* nur bei Murmeltieren in Gefangenschaft beschrieben wurde (COMMICHAU 1968, FRANKHAUSER 1965), kann nicht ausgeschlossen werden, daß auch Wildpopulationen manchmal infiziert sein können. Da aber der Parasit empfindlich auf tiefe (Tiefrieren) bzw. hohe (Kochen) Temperaturen reagiert, genügen die normalen hygienischen Gewohnheiten, um eine Infektion zu vermeiden.

In neuerer Zeit wurde das Murmeltier erstmals als Zwischenwirt für den sogenannten kleinen Fuchsbandwurm (*Echinococcus multilocularis*) beschrieben (CALLAIT et al. 1997). Der Entwicklungszyklus dieses Bandwurmes ist auf Wildtiere (Fuchs = Endwirt, Kleinnager = Zwischenwirte) beschränkt, gelegentlich kann aber auch der Mensch als (Fehl-)Zwischenwirt für diesen Parasiten fungieren. Die Larven entwickeln sich beim Menschen in den inneren Organen (vor allem Leber) durch die Bildung zahlreicher kleiner Blasen. Der Befall verursacht über viele Jahre keine Krankheitserscheinungen, bis ein Großteil des Lebergewebes zerstört ist. Früher endete diese Infektion für die wenigen Betroffenen zumeist tödlich, heute kann fast jedem Patienten geholfen werden. Der Mensch kann sich nur über den Kot von infizierten Füchsen infizieren bzw. über vom Fuchs kontaminierte Gegenstände. Daraus folgert, daß das Murmeltier keine direkte Gefahrenquelle für den Menschen darstellt. Da bisher erst ein einziger Fall eines infizierten Murmeltieres bekannt wurde, ist es mehr als unwahrscheinlich, daß das Alpenmumeltier eine entscheidende Rolle für die Erhaltung dieses Parasiten in freier Wildbahn spielt.

Schließlich soll der einzige Fall einer Gefährdung des Menschen durch von Murmeltieren ausgehende Krankheitsübertragung erwähnt werden, welcher allerdings nicht das Alpenmurmeltier betrifft. Es ist bekannt, daß die zentral- und ostasiatische Murmeltierart *M. baibacina* als Reservoir für das Bakterium *Yersinia pestis*, den Erreger der Beulenpest, fungiert. Dieses stellt nicht nur für das Murmeltier selbst einen Sterblichkeitsfaktor dar, sondern kann auch direkt bzw. durch Flöhe auf den Menschen übertragen werden. Auf diese Weise werden auch heutzutage noch Menschen von der Beulenpest befallen (meistens Jäger), die kranke Tiere unvorsichtig manipulieren. Daher wird die Populationsdichte der Murmeltiere in diesen Ländern immer streng kontrolliert, um die Infektion zu bekämpfen.

## Geographische Differenzierung der Darmwürmer: Untersuchungen in Österreich und der Schweiz

In der vorliegenden Arbeit sind Untersuchungen der Helminthenfauna im Darmtrakt der Murmeltiere aus verschiedenen geographischen Regionen zusammengefaßt. Die 10 ausgewählten Untersuchungsgebiete umfassen sowohl autochthone als auch nicht-autochthone Murmeltierpopulationen (Abb. 1). Insgesamt wurden Proben von 234 Murmeltieren ausgewertet. Die Parasiten wurden in verschiedenen Abschnitten des Verdauungstraktes lokalisiert (Abb. 5, Tab. 1). Die Ergeb-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

nisse für die einzelnen Untersuchungsgebiete setzen sich jeweils aus den Daten mehrerer Jahre zusammen (PROSL et al. 1992, PRELEUTHNER et al. 1995, WIESER 1995, CALDEROLA et al. in Vorber.).

dingungen herrschen, um den gesamten Lebenszyklus erfolgreich abzuschließen. Somit bedeutet die weite Verbreitung von *Ctenotaenia marmotae* auch, daß die Oribatidenarten, die als Zwischenwirte fungieren können, im

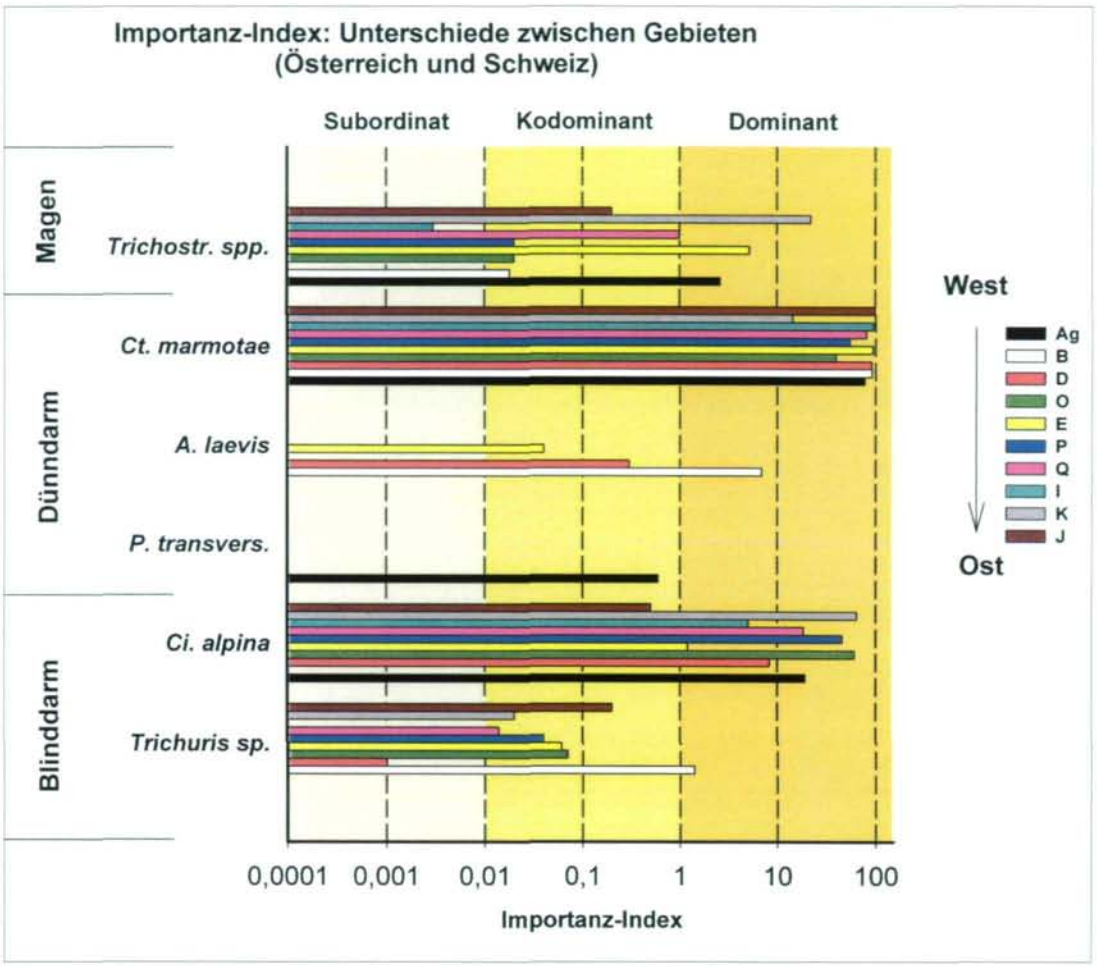



**Abb. 6:** Importanz-Index. Diese Maßzahl für die Bedeutung einer Parasitenart innerhalb der Helminthenkommunität wird für die sechs wichtigsten Parasitentaxa gezeigt. Die Unterschiede zwischen Untersuchungsgebieten in Österreich (9) und der Schweiz (1) sind graphisch dargestellt. Die Dominanz von *Ctenotaenia marmotae* und *Citellina alpina* ist deutlich erkennbar. Bivio = Ag, Lechquellengebirge = B, Samnaungruppe = D, Stubaital = O, Zillertaler Hauptkamm = E, Innervillgraten = P, Zettersfeld-Debanttal = Q, Ankogelgruppe = I, Schladminger Tauern = K, Turracher Nockberge = J.

## Prävalenz und Mittlere Intensität

Die für die einzelnen Untersuchungsgebiete erhobenen epidemiologischen Indizes Prävalenz (P) und mittlere Intensität (MI) sind in Tab. 2 angegeben. Bei den wirtsspezifischen Arten ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Es zeigt sich, daß nur eine Parasitenart, nämlich *Ctenotaenia marmotae*, in allen untersuchten Murmeltierpopulationen vorhanden ist. Besonders das Vorkommen sowohl in den autochthonen als auch in den allochthonen Populationen beweist, daß dieser Parasit stark an das Alpenmurmeltier gebunden ist. Davon abgesehen hängt die Anwesenheit einer Parasitenart nicht nur vom Wirt ab, sondern es müssen gleichzeitig auch günstige Umweltbe-

ganzen Alpenraum vorkommen bzw. daß je nach Gebiet unterschiedliche Arten die Rolle des Zwischenwirtes übernehmen können.

Auch bei *Citellina alpina* liegen hohe Prävalenzwerte vor, allerdings ist hier eine sukzessive Abnahme in den allochthonen Populationen nach Osten hin zu bemerken. Unter den infizierten autochthonen Populationen finden sich durchwegs hohe Werte (69-88 %), nur in der Stichprobe Lechquellengebirge (B) trat dieser Parasit nicht auf. Dieses Ergebnis schließt nicht aus, daß *Citellina alpina* in dieser Murmeltierpopulation vorhanden ist, da die Anzahl der untersuchten Individuen gering war. Das Fehlen von *Citellina alpina* in dieser Stichprobe läßt jedoch erwarten, daß die geschätzte Prävalenz deut-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2:
Geographische Differenzierung von Prävalenz (P) und mittlerer Intensität (MI) der Magen-Darm-Helminthen des Alpenmurmeltieres. Die Populationen sind von Westen nach Osten gereiht. Die Spalten der autochthonen Populationen sind grau hinterlegt. Bivio = Ag, Lechquellengebirge = B, Samnaungruppe = D, Stubaital = O, Zillertaler Hauptkamm = E, Innervillgraten = P, Zettersfeld-Debanttal = Q, Ankogelgruppe = I, Schladminger Tauern = K, Turracher Nockberge = J. Die Größe der jeweiligen Stichprobe ist neben dem geographischen Code in Klammer gesetzt.

WEST → OST

| | autochton | | | | | | | | allochton | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ag (48) | | B (12) | | D (11) | | O (56) | | E (16) | | P (35) | | Q (16) | | I (15) | | K (13) | | J (12) | |
| | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI | P | MI |
| **Magen** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trichostrongylidae | 31 | 43,1 | 17 | 1,5 | 0 | | 4 | 30,5 | 56 | 31,1 | 11 | 4,5 | 31 | 33,5 | 13 | 1,0 | 62 | 33,6 | 23 | 7,7 |
| *Nematodirus spec.* | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 6 | 1,0 | 0 | | 0 | | 0 | |
| *Strongyloides spec.* | 2 | 2,0 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Spiruridae | 8 | 9,7 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| **Dünndarm** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ct. marmotae* | 96 | 138,1 | 100 | 205,3 | 100 | 528,5 | 98 | 100,8 | 100 | 178,3 | 97 | 194,5 | 94 | 303,1 | 100 | 287,1 | 38 | 55,4 | 92 | 227,2 |
| *P. transversaria* | 23 | 18,8 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| *A. laevis* | 0 | | 92 | 18,4 | 36 | 13,0 | 2 | 1,0 | 6 | 21,0 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Trematoda | 4 | 5,0 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| **Blinddarm** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ci. alpina* | 69 | 66,8 | 0 | | 73 | 90,8 | 88 | 196,0 | 94 | 2,5 | 86 | 208,0 | 81 | 91,9 | 53 | 53,5 | 46 | 173,3 | 17 | 32,5 |
| *Trichuris* spp. | 0 | | 83 | 4,5 | 9 | 1,0 | 18 | 5,5 | 19 | 3,0 | 23 | 2,6 | 13 | 3,0 | 0 | | 8 | 2,0 | 33 | 3,8 |

lich unter 10 % liegen muß, also wesentlich niedriger als in den anderen autochthonen Populationen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß *Citellina alpina* auch in den allochthonen Populationen der Pyrenäen nicht gefunden wurde (GORTÁZAR et al. 1996). Erklärungsmöglichkeiten wären hier der Verlust des Parasiten im Zuge der Aussetzungsgeschichte oder eine zu geringe Stichprobengröße. In letzterem Fall wäre die Situation ähnlich jener in der von uns oben beschriebenen Analyse anzunehmen.

Bei der verminderten Prävalenz von *Citellina alpina* könnten auch Umweltfaktoren eine Rolle spielen, die sich auf der Basis unserer Daten nicht erfassen lassen. Eine geographische Differenzierung in der Prävalenz kann aber auch durch Wechselwirkungen in Form von Konkurrenzdruck zwischen einzelnen Parasitenarten begründet sein. Hinweise dafür ergeben sich aus den Prävalenzwerten von *Citellina alpina* und *Trichuris* spp.: In den beiden Populationen B und J, in denen *Citellina alpina* eine niedere Prävalenz aufweist, ist jene von *Trichuris* spp. besonders hoch. Beide Parasiten kommen im Blinddarm vor, was eine Konkurrenz dieser beiden Arten plausibel erscheinen läßt. Die vermutete negative Korrelation in ihrer Häufigkeit ist wider Erwarten statistisch nicht signifikant, was aber möglicherweise auf die geringe Stichprobengröße zurückzuführen ist. Eine ähnliche negative Korrelation scheint bei der mittleren Intensität zwischen *Ctenotaenia marmotae* und den Trichostrongyliden zu bestehen.

Auch bei *Ascaris laevis* deutet sich eine Ost-West-Differenzierung an. Dieser Parasit fehlt in allen allochthonen Populationen mit Ausnahme der westlichsten Stichprobe aus dem Zillertal (E). Ähnlich wie bei *Citellina alpina* in den Pyrenäen könnte in diesem Fall die Ursache in der Aussetzungsgeschichte zu suchen sein. Unter den autochthonen Populationen variieren die Prävalenzwerte von *Ascaris laevis* sehr stark (2-92 %), in der Stichprobe aus der Schweiz konnte er nicht festgestellt werden. Der ebenfalls wirtsspezifische Bandwurm *Paranoplocephala transversaria* konnte hingegen nur in der Population Bivio (Ag) nachgewiesen werden. Dieser Befund stimmt mit Literaturangaben überein (HÖRNING 1969), denenzufolge dieser Parasit bisher nur in Populationen der Schweiz gefunden wurde und daher möglicherweise als lokales Phänomen zu betrachten ist. Trotz sehr ähnlicher Lebenszyklen könnte im Gegensatz zu *Ctenotaenia marmotae* die Verbreitung der Zwischenwirte dieser Art viel begrenzter sein. Unter dieser Annahme ist es jedoch merkwürdig, daß dieser Parasit in asiatischen Murmeltierarten (*M. caudata*, *M. baibacina*) häufig ist.

Auch die übrigen, nicht streng murmeltierspezifischen Arten variieren sowohl quan-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

titativ als auch qualititativ zwischen den verschiedenen Populationen. Diese Unterschiede können auf verschiedene Weise erklärt werden. So parasitieren zum Beispiel mehrere Arten der Familien Trichostrongylidae in verschiedenen Arten von Wild- und Hauswiederkäuern. In diesem Fall könnte die Anwesenheit dieser Parasiten von der Dichte der Steinböcke oder Gemsen in dem betreffenden Gebiet oder von der Anwesenheit von Kühen oder Schafen auf den Sommerweiden abhängen. Dies gilt auch für Parasiten, die normalerweise für taxonomisch sehr weit entfernte Wirtsarten charakteristisch sind. In den Lungen einiger Murmeltiere unserer Stichprobe sind zum Beispiel Individuen von *Syngamus tracheae*, einem bei Hühnerarten üblichen Parasit der hohen Atemwege, aus den Bronchien isoliert worden.

### Importanz-Index

Der Importanz-Index wurde für alle nachgewiesenen Arten berechnet. In Abb. 6 ist die Importanz für die wichtigsten Arten über alle Untersuchungsgebiete dargestellt. *Nematodirus* sp., *Strongyloides* sp., *Spirurida* sp. und *Trematoda* sp., die in der Abbildung nicht aufscheinen, konnten als subordinate Arten jeweils in nur einem der 10 Untersuchungsgebiete nachgewiesen werden. Aus den Ergebnissen lassen sich allgemeine Aussagen über die Vergesellschaftung der verschiedenen Parasitenarten und deren Wichtigkeit für das Murmeltier auf Artebene ableiten. Da bei der Bewertung der Importanz auch die geographische Differenzierung mitberücksichtigt wird, können lokale Phänomene ausgeschlossen werden. Innerhalb der Helminthen-Kommunität ist *Ctenotaenia marmotae* als einzige Art immer dominant, *Citellina alpina* in 8 der 10 Populationen. Dieser Befund stimmt mit Ergebnissen der bisher einzigen zur Helminthen-Kommunität des Alpenmurmeltieres durchgeführten Untersuchung von MANFREDI et al. (1992) überein, wonach diese beiden Arten als „core species", also dominante Arten, gewertet wurden. Die Resultate dieser Untersuchung, die nur in einer lokalen Population durchgeführt wurde, können jetzt durch unsere Untersuchungen auf Artniveau bestätigt werden.

Die übrigen Arten zeigen in ihrem Stellenwert eine sehr hohe Variabilität, welche durch lokale ökologische Faktoren bedingt ist. Manche Arten zeigen auf lokaler Ebene Dominanz oder Kodominanz, während andere Arten (z.B. *Spirurida*, *Nematodirus*, *Strongyloides* und *Trematoda* sp.) in keinem Fall eine wichtige Bedeutung in der Kommunität erlangen können. Diese Arten können sich daher nicht erfolgreich im Wirt etablieren, obwohl infektiöse Stadien gelegentlich mit der Nahrung aufgenommen werden und sich bis zu Adultstadien entwickeln können. Sie spielen daher in der Helminthenkommunität des Alpenmurmeltieres als sogenannte „capture parasites" eine nur unbedeutende Rolle (BASSANO et al. 1992).

## Zusammenfassung

Eine Übersicht über die Parasiten des Alpenmurmeltieres (*Marmota marmota*) wurde auf der Basis eigener Untersuchungen, ergänzt durch Literaturdaten erstellt. Die einzelnen Arten werden kurz charakterisiert und die Entwicklungszyklen exemplarisch dargestellt. Zusätzlich wurde die geographische Differenzierung der gastro-intestinalen Helminthenfauna des Alpenmurmeltieres durch autoptische Untersuchungen von 234 Murmeltieren an 10 Standorten in Österreich und der Schweiz analysiert. Von den insgesamt vier murmeltierspezifischen Helminthenarten konnte nur der Bandwurm *Ctenotaenia marmotae* in allen untersuchten Murmeltierpopulationen nachgewiesen werden. Auch bei dem Nematoden *Citellina alpina* liegen hohe Prävalenzwerte vor, allerdings ist hier eine sukzessive Abnahme in den allochthonen Populationen nach Osten hin zu bemerken. Für den Nematoden *Ascaris laevis* deutet sich ebenfalls eine Ost-West-Differenzierung an. Dieser Parasit fehlt in fast allen allochthonen Populationen. Der Bandwurm *Paranoplocephala transversaria* konnte nur in der Population aus der Schweiz nachgewiesen werden. Alle anderen, nicht für das Murmeltier spezifischen Arten variieren sowohl quantitativ als auch qualitativ zwischen den Populationen. Die Dominanzverhältnisse innerhalb der Parasitenkommunität wurden mit Hilfe des Importanzindex erfaßt. *Ctenotaenia marmotae* ist als

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

einzige Art immer dominant, *Citellina alpina* in 80 % der Untersuchungsgebiete. *Ascaris laevis*, *Trichuris* spp. und die Familie der Trichostrongylidae variieren je nach Untersuchungsgebiet stark von subordinat bis dominant. Die restlichen Arten spielen als sogenannte „capture parasites" in der Helminthen-Kommunität des Alpenmurmeltieres eine unbedeutende Rolle.

## Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde von der Hochschul-Jubiläumsstiftung der Stadt Wien unterstützt. Dr. P. RATTI vom Jagd- und Fischereiinspektorat Kanton Graubünden sei für die freundliche Kooperation und organisatorische Hilfe im Rahmen der Schweizer Untersuchungen sehr herzlich gedankt. Unser Dank gilt auch allen Wildhütern und Jagdausübenden für die engagierte Mithilfe bei der Beschaffung und Aufbewahrung von Probenmaterial, Dr. S. KRAMER, Dr. M.T. MANFREDI, A. PASTORE, Prof. G. POGLAYEN, Mag. H. PRELEUTHNER, Dr. M. SALA und W. WILLE für die tatkräftige Unterstützung bei Feld- bzw. Laborarbeiten und A. KÖRBER für die ausgezeichnete graphische Unterstützung. Prof. W. ARNOLD danken wir für viele wertvolle fachliche Diskussionen. Unseren ganz besonderen Dank möchten wir R. HENGSBERGER und Prof. W. PINSKER für die geduldige Durchsicht des Manuskriptes und seinen stoischen Gleichmut in der strapaziösen Abschlußphase dieser Arbeit aussprechen.

## Literatur

ARNOLD W. & A.V. LICHTENSTEIN (1993): Ectoparasite load decrease the fitness of alpine marmots (*Marmota marmota*) but are not a cost of sociality. — Behav. Ecol. **4**: 36-39.

ANDERSON R.M. & R.M. MAY (1978): Regulation and stability of host-parasite population interactions-I. Regulatory processes. — J. Anim. Ecol. **47**: 219-247.

BASSANO B., GRIMOD I. & W. TARELLO (1989): Indagine sullo stato sanitario della Marmotta (*Marmota marmota* L.) in Valle d'Aosta. — Rev Valdotaine d'Hist. Naturelle **43**: 17-47.

BASSANO B., SABATIER B., ROSSI L. & E. MACCHI (1992): Parasitic fauna of the intestinal tracts of *Marmota marmota* in the western Alps. — In: BASSANO B., DURIO P., GALLO URSI U. & E. MACCHI (eds.), Proceedings of 1st Internationa Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota*, Torino, pp. 13-24.

BUSH A.O., LAFFERTY K.D., LOTZ J.M. & A.W. SHOSTAK (1997): Parasitology meets ecology on its own terms: MARGOLIS et al. revisited. — J. Parasitol. **83**: 575-583.

CALDEROLA S., POGLAYEN G., SALA M. & P. LANFRANCHI (in Vorber.): Seasonal dynamic of the gastro-intestinal helminthofauna in alpine marmots from the Canton Grisons (Switzerland).

CALLAIT M.P., GAUTHIER D. & C. PRUD'HOMME (1997): Cycles épidémiologiques des différentes parasites rencontrés chez la Marmotte alpine dans les Alpes francaises. — BIPAS **17**: 63-71.

COMMICHAUD C. (1968): Toxoplasmose beim Murmeltier. — Kleintierpraxis **13**: 141-144.

ECKERT J., KUTZER E., ROMMEL M., BÜRGER H.J. & W. KÖRTING (1992): Veterinärmedizinische Parasitologie. — Paul Parey Verlag, Hamburg.

FRANKHAUSER R. (1965): Toxoplasmose bei Murmeltieren (*Marmota marmota* L.). — Schweiz. Arch. Tierheilk. **107**: 607-611.

FUTUYMA D.J. (1997): Evolutionary Biology. — Sinauer Associates, Sundeland, Masachusetts.

GORTZÀR C., HERRERO J., GARCÍA-SERRANO A., LUCIENTES J. & D.F. LUCO (1996): Parasites of the digestive system of Alpine marmot (*Marmota marmota*) in South Western Pyrenees. — In: LE BERRE M., RAMOUSSE R. & L. LE GUELTE (Eds.), Biodiversity in marmots, Lyon, International Marmot Network, pp. 105-108.

HÖRNING B. (1969): Parasitologische Untersuchungen an Alpenmurmeltieren (*Marmota marmota*) der Schweiz. – Jahrb. Naturhist. Mus. Bern, pp.137-200.

HUGOT J.P. (1980): Sur le genre *Citellina* PRENDEL, 1928 (Oxyuridae, Nematoda). — Ann. Parsitol. Hum. Comp. **55**: 97-109.

MANFREDI M.T., ZANIN E. & A.P. RIZZOLI (1992): Helminth community on alpine marmots. — In: BASSANO, P. DURIO B., GALLO URSI U. & E. MACCHI (Eds.), Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota*, Torino, pp. 203-207.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

MARGOLIS L., ESCH G.W., HOLMES J.C., KURIS A.M. & G.A. SCHAD (1982): The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologist). — J. Parasitol. **68**: 131-133.

PÉTER O. (1985): Présence d'anticorps contre la „Rickettsie suisse" chez les mammifères sauvages et domestiques du Canton de Neuchâtel. — Schweiz. Arch. Tierheilk. **130**: 681-700.

PRELEUTHNER M. & W. PINSKER (1993): Depauperated gene pools in *Marmota m. marmota* are caused by an ancient bottle neck: electrophoretic analysis of 15 wild populations from Austria and Switzerland. — In: HARTL G.B. & J. MARKOWSKI, Ecological genetics in mammals I, Acta Theriol. **38**, Suppl. 2: 121-139.

PRELEUTHNER M., PINSKER W., KRUCKENHAUSER L., MILLER W.J. & H. PROSL (1995): Alpine marmots in Austria. The present population structure as a result of the postglacial distribution history. — In: HARTL G.B. & J. MARKOWSKI: Ecological genetics in mammals II, Acta theriol. **40**, Suppl. 3: 87–100.

PROSL H., PRELEUTHNER M. & A. BERGMANN (1992): Endoparasites of *Marmota marmota* in the Tyrolian Alps. — In: BASSANO B., DURIO P., GALLO URSI U. & E. MACCHI (Eds.), Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota*, Torino, pp. 215-216.

SABATIER B. (1989): Les parasites de la Marmotte alpine: étude dans les Alpes francaises et synthèse bibliographique. — These, Ecole Nationale Veterinaire de Lyon.

SIXL W. (1974): Zur Parasitierung des Murmeltieres *Marmota marmota* (LINNÉ 1758). — Carinthia II **84**: 311.

THUL J.E., FORRESTER D.J. & C.L. ABERCROMBIE (1985): Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic flyway. — Proc. Helminthol. Soc. Wash. **52**: 297-310.

TOFT C.A. & A.J. KARTER (1990): Parasite-host coevolution. — Trends Ecol. Evol. **5**: 326-329.

WIESER A. (1995): Zur Helminthenfauna des Alpenmurmeltieres *Marmota m. marmota* in den Stubaier Alpen. — Inaugural-Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Anschriften der Verfasser:

Dr. Monika PRELEUTHNER
Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Savoyenstr. 1A
A-1160 Wien
Austria
e-mail:
m.preleuthner@klivv.oeaw.ac.at

Dr. Sonia CALDEROLA
Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie
Veterinärmedizinische Universität Wien
Savoyenstr. 1
A-1160 Wien
Austria
e-mail: do13684@iperbole.bologna.it

Prof. Paolo LANFRANCHI
Istituto di Patologia Generale Veterinaria
Universitá degli Studi di Milano
Via Celoria 10
I-20133 Milano
Italy
e-mail: p-lan@imiucca.unimi.csi.it

Ao.Univ.-Prof. Dr. Heinrich PROSL
Institut für Parasitologie und Zoologie
Veterinärmedizinische Universität Wien
Veterinärplatz 1
A-1210 Wien
Austria
e-mail: heinrich.prosl@vu-wien.ac.at